

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭60-11105

⑤ Int. Cl.⁴
G 01 B 11/24

識別記号

庁内整理番号
8304-2F

⑬ 公開 昭和60年(1985)1月21日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭ パターン検出装置

株式会社日立製作所生産技術研究
所内

⑮ 特 願 昭58-118335

⑯ 発 明 者 広井高志

⑰ 出 願 昭58(1983)7月1日

横浜市戸塚区吉田町292番地株
式会社日立製作所生産技術研究
所内

⑱ 発 明 者 二宮隆典

横浜市戸塚区吉田町292番地株
式会社日立製作所生産技術研究
所内

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台4丁
目6番地

⑳ 発 明 者 中川泰夫

横浜市戸塚区吉田町292番地株

㉑ 代 理 人 弁理士 高橋明夫 外1名

明 細 書

1 発明の名称 パターン検出装置

2 特許請求の範囲

対象物の距離画像を検出するための検出器と該検出器により検出された距離画像を、その各点の距離を2次元的に微分することによって微分距離画像へ変換するための微分装置と、上記微分距離画像を、その各点の微分値が予め定められた閾値をこえたとき値1を、こえないとき値0を出力することによって2値化画像へ変換するための2値化装置と、上記2値化画像上の値1によって囲まれた領域を分離抽出するための閉領域分離抽出装置とを有したことを特徴とするパターン検出装置。

3 発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明はパターン検出装置に係り、特に折り重なった部品など高さ位置の異なった部品を一つ一つ分離検知する機能を有した、ロボットなどの自動組立機に好適なパターン検出装置に関

する。

〔発明の背景〕

従来、対象物の位置、形状を非接触に検知する方法としては、対象物を全体的に照明し、これをTVカメラで撮像し、このようにして得られた画像を解析する方法が用いられてきた。画像を解析する手法のうち、特に、画像を2値化して得られる2値画像を解析する手法は、取扱うデータ量が少ないこと、解析装置のハードウェア化が比較的容易なことなどの理由により、高速な対象物の検知が可能であり、広く実用化されている。しかし、以上に示した方法では、対象物の光学像、すなわち対象物表面よりの反射光強度を検出しているので、対象物と背景の色、明るさの差異が小さな場合や、対象物が一様の明るさに見えない場合には、検知が困難となりまた、高さ位置の異なった複数の対象物の分離検知は一般に全く不可能である。また、対象物や背景の色、明るさの影響を受けにくい方法として、GM社Wardらが開発したCONSIGHT

(" CONSIGNMENT, A Practical Vision-Based Robot Guidance System " 9th Int. Symp. on Industrial Robots , pp 213 ~ 230 , 1979) がある。しかし、この方法でも、コンベアという既知の平面上にあり、かつ折り重なっていない部品を対象としているため、高さ位置の異なった複数の対象物の分離検知は不可能である。

〔発明の目的〕

本発明の目的は、上記した従来技術の欠点をなくし、表面状態、色、明暗に影響されことなく、高さ位置の異なった複数の対象物の位置および形状を一つ一つ分離検出することのできる、パターン検出装置を提供することにある。

〔発明の概要〕

本発明は、ある基準面から対象物体表面までの距離を表わす距離画像を検知し、この距離画像の二次元的な微分を行って対象物体の輪郭を検出し、この輪郭とその距離画像で得られた距離とから三次元的に配置された各対象物の位置及び形状を分離検出するようにしたことを特徴

に対応して第3図のような距離画像50が検出される。この第3図よりも明らかなように、物体と物体、もしくは物体と背景の境界線では、一般に検出器1までの距離が急激に変化するため距離画像50の値も急激に変化する。この変化を画像の2次元的な微分を用いて検出すると第4図のようになる。画像の2次元的な微分には、何種類かの方式が知られているが、ここでは、第5図に示す画像上の点 (i, j) の微分値 d_{ij} を

$$d_{ij} = \max \left(\begin{array}{l} |V_{ij} - V_{i-1, j-1}|, \\ |V_{i-1, j} - V_{i, j-1}| \end{array} \right), \quad (2)$$

$i, j = 1, 2, 3, \dots$

とする様を演算である。但し (i, j) は検出器1と対象物との距離方向に垂直な面の直交座標とする。得られた微分画像をある固定閾値で2値化すると、第6図に示すような画像が得られ同図において、黒線は物体の輪郭線に対応する。したがって、黒線で囲まれた領域は、物体一つ一つに対応し、それぞれの領域を分離抽出して行けば、その形状より対象物の形が検知でき、

とするものである。

〔発明の実施例〕

以下、本発明を図面により詳細に説明する。まず、本発明の装置に於る処理内容は以下の通りである。従来用いられてきたTV画像は、対象物表面各点よりの反射光強度を表わした画像を用いるが、これは前述のような欠点があるので、本発明では対象物表面各点より検出器までの距離を表わした距離画像と呼ばれる画像を用いる。これは第1図に示すように、その画像50の各点の値 V_{ij} が、対象物表面1上の対応する点 P_{ij} と検出器1との距離 d_{ij} に対して

$$V_{ij} = k d_{ij} + C \quad (1)$$

k : 非零の定数, C : 定数

なる線形の関係を持った画像である。したがって、特に k が負数の場合、 V_{ij} は対象物表面51の各点の高さを表わしたものと見なすことができる。さて、第2図のように、いくつかの物体が折り重なっている状態を、真上より距離画像の検出器1でとらえた場合を想定すると、これ

更にその2次元的な位置および距離画像の値より対象物の3次元的な位置が検知できる。

以上のような処理を実現するための、本発明の一実施例を第7図に示す。同図に於て、本装置は、距離画像の検出器1、画像を2次元的に微分する微分装置2、画像の2値化装置3、2値画像を解析し閉領域を分離抽出する装置4、および分離抽出された領域および原画像である距離画像より対象物の形状とその3次元的な位置を検出する判定処理装置5より成る。

このうちまず、距離画像検出器1の一実施例を第8図に示す。同図に示すように検出器1は対象物9の真上から垂直にスリット光8を投光するスリット光源6と、スリット光8と対象物9の交線、すなわちスリット輝線の光学像をななめ方向より検出する撮像器7と、これらの位置関係を保ったまま、水平方向に定速で駆動する送り装置10、および撮像器7で検出されたスリット輝線を画像上から分離抽出し、その形状を波形信号として出力する光切断線抽出装置11

より成る。この動作を第9図～第13図を用いて説明すると、スリット光8が対象物9に対して第9図に示す位置に当たっているとす。そうすると撮像器7にて検出される画像は、例えば第10図のようになる。この画像上において縦方向の線、例えば線ABに沿った明るさの変化は第11図のようになる。この線ABに沿った明るさで最も明るい点の位置(第11図ではC)を、順次線ABをi方向に動かして抽出して行くと第12図のように、スリット輝線の形状を波形信号として取り出すことができる。この形状は、対象物の断面の形状を示している。以上の波形信号の分離抽出は、第8図の光切断線抽出装置11により行われる。この光切断線抽出装置11の具体例は、例えば特開昭56-70407号に開示されている。さらに、送り装置10により定速で少しずつスリット光8の位置および撮像位置を移動させながら、逐次、スリット輝線の形状の波形信号13を抽出して行くと、全体として第13図に示すように、距離画像12が得られる。本実

施例による撮像器7は、TVカメラあるいはリニアセンサとガルバノミラーの組合せ等、2次元画像検出器であれば何でもよく、本実施例によれば、距離画像を比較的簡単な構成で、高精度に検出できる。

なお、距離画像の検出器として、パルスレーザを対応する点に照射して、反射光の飛行時間を計測することにより距離画像を生成する方式レーザ光に高周波振幅変調をかけて対応する点に照射し、反射光の高周波振幅の位相遅れを計測することにより距離画像を生成する方式が知られているが、これらを用いてもよい。これらの方式では、対象物各点各点の距離を、レーザスポットを用いて計測しているため、スポットを2次元的に走査する機構、例えば2組のガルバノミラーが必要であるが、一方これらは、真上より光を当てて、真上より反射光を検出できるので見えない部分の無い、つまり死角、影の無い距離画像を生成できるという利点がある。

つぎに、得られた距離画像を2次元的に微分

する装置2の一実施例について、第14図を用いて説明する。距離画像の出力信号形態は、デジタル信号出力であり、かつTV画像信号と同様左上から右下へ順次出力されるものであると仮定して以下説明する。勿論、アナログ信号出力である場合には、A/D変換器を挿入すればよい。距離画像信号12は、距離画像の横方向(i方向)サイズに一致した段数を持つシフトレジスタ14と1段のフリップフロップ15bに同時に入力される。また、シフトレジスタ14の最終段よりの出力は、もう1段のフリップフロップ15aに入力される。これらシフトレジスタ14及びフリップフロップ15a,15bへのクロックは距離画像信号12のそれに合っているものを使用する。そうすると、今入力12を V_{ij} とすると、シフトレジスタ14の出力は $V_{i,j-1}$ 、フリップフロップ15bの出力は $V_{i-1,j}$ 、フリップフロップ15aの出力は $V_{i-1,j-1}$ となる。従って差回路16a,16bの出力はそれぞれ $V_{i,j} - V_{i-1,j}$ 、 $V_{i,j} - V_{i,j-1}$ となり、それらの

絶対値を絶対値回路17a,17bで算出し、その結果のうちの大きい方を比較回路18でとり出せばこれは式(2)に示した微分の演算となっている。しかもこの2次元の微分はハードウェアによりリアルタイムに瞬時に行えるから、処理を著しく高速に行うことができる。

第15図は2値化装置3の一実施例を示すもので、微分装置2よりの出力19と、設定された固定閾値21とをコンパレータ20により比較し、微分出力19が大きい場合1を、等しいか小さい場合0を出力する。本実施例によれば、この場合も2値化をハードウェアで行っているため、リアルタイムかつ高速に処理を実行できる。

第16図は、2値画像の閉領域を分離抽出する装置4の一実施例を示すもので、入力された2値信号22は、一旦、2値画像メモリ23の中に蓄えられる。そして、処理装置24によって4連結または8連結で連結した0の領域を分離抽出する。4連結、8連結とは、第17図(a),(b)にそれぞれ示すように、着目点が0でかつ周囲4また

は8点の中に0の点があれば連結していると見なすものである。この閉領域の分離抽出処理は一般に、2値画像の(0の領域の)ラベリングまたはカラーリング処理と呼ばれているものであり、処理装置24として専用ハードウェアまたは処理ソフトウェアを実装した計算機によって実現できる。

さらに、第7図に示した対象物の形状、位置を検出する判定処理装置5は、具体的にはマイクロコンピュータ、またはミニコンピュータであり、分離抽出された閉領域の形状、およびその部分に対応する距離画像の値、すなわち物体の高さより総合的に判断して、対象物の識別、その3次元的位置の検出を行う。また、距離画像の値をより積極的に利用して、対象物の3次元的な姿勢、立体的な構造の推定も可能である。

以上に述べた、本発明の実施例によれば、信号処理装置のうち、可能な部分をすべてハードウェア化したので、高速に対象物を分離識別しその形状、位置を検知することができるという

効果がある。

また、他の実施例としては、微分処理以降、2値化処理以降、あるいは閉領域の分離抽出処理以降をミニコンピュータ、マイクロコンピュータ、あるいは画像処理専用コンピュータなどのソフトウェア処理で行ういくつかの変形が考えられる。この場合、処理速度は、使用したコンピュータの速度に依存するが、ハードウェア装置が不要になるため、実現が容易で、かつ、ソフトウェアの追加により、よりきめの細かい処理も可能となる。

[発明の効果]

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、検出画像として距離画像を用いるため、対象物表面の状態、色、明暗に影響を受けない物体の位置、形の検知が可能であるという効果がある。また、距離画像を微分することによって、物体と物体の境界線を検出しているので、やはり対象物表面の状態、色、明暗に影響されずに、物体を一つ一つ分離検出することができ

る。さらに、以上の効果を総合して、複雑に折り重なった部品より、目的の部品を識別してその3次元的な位置の検出ができるため、本発明装置を用いてロボットなどによる自動組立をよりフレキシブルに行うことができるという効果がある。

4 図面の簡単な説明

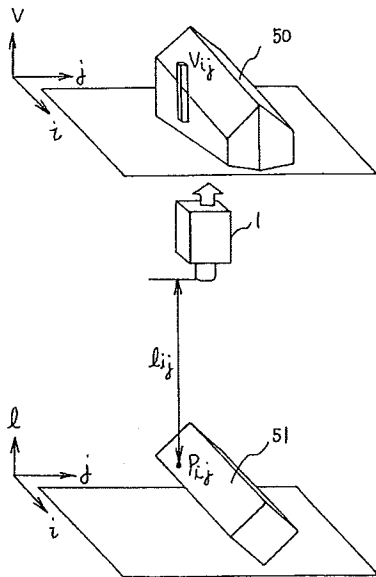
第1図は距離画像の説明図、第2図～第6図は本発明装置の処理過程の説明図、第7図は本発明装置の一実施例の全体構成を示した図、第8図は距離画像検出器の一実施例を示した図、第9図～第13図は第8図に示した距離画像検出器による検出過程の説明図、第14図は画像の微分装置の一実施例を示した図、第15図は2値化装置の一実施例を示した図、第16図は閉領域抽出装置の一実施例を示した図、第17図(a)、(b)は閉領域抽出の際の画素の連結関係を説明した図である。

- 1 距離画像検出器
- 2 微分装置

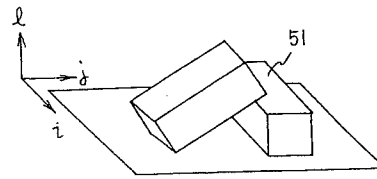
- 3 2値化装置
- 4 閉領域分離抽出装置
- 5 判定処理装置
- 12 距離画像信号
- 19 微分出力信号
- 21 設定閾値
- 22 2値化信号
- 24 処理装置
- 25 閉領域抽出結果

代理人弁理士 高橋明夫

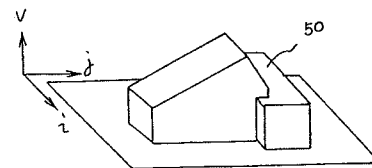
第 1 図



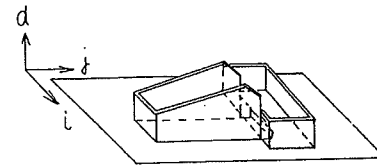
第 2 図



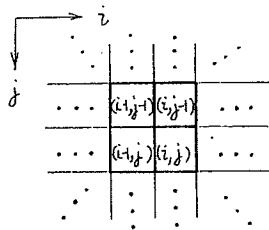
第 3 図



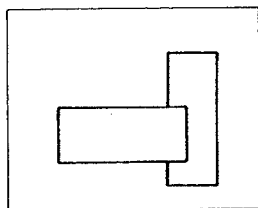
第 4 図



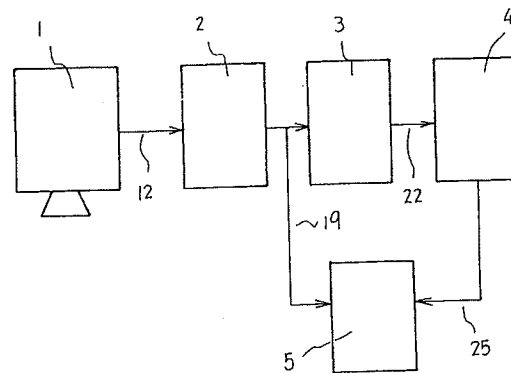
第 5 図



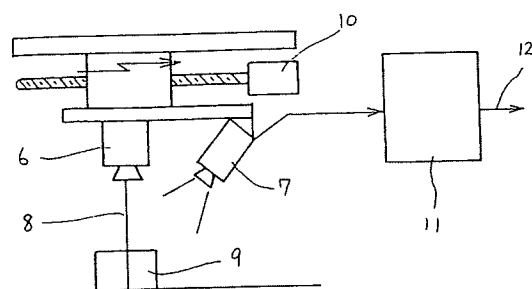
第 6 図



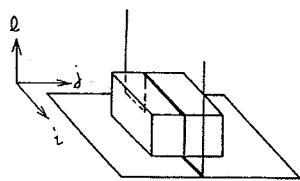
第 7 図



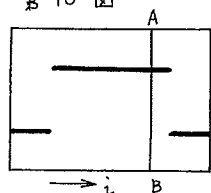
第 8 図



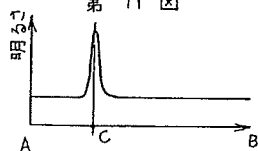
第 9 図



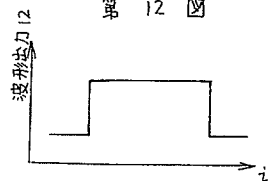
第 10 図



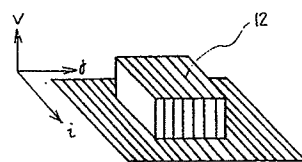
第 11 図



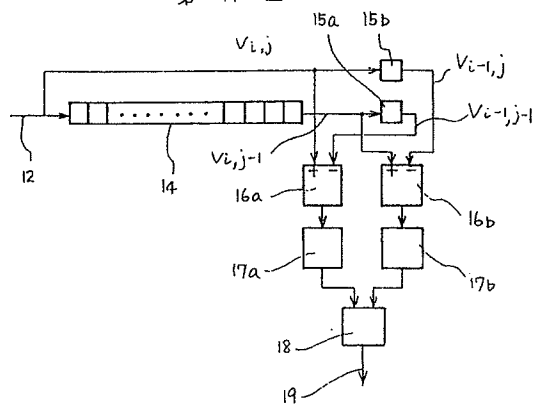
第 12 図



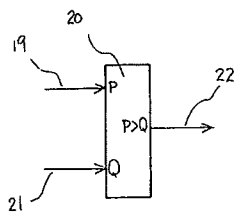
第 13 図



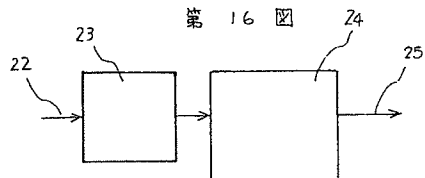
第 14 図



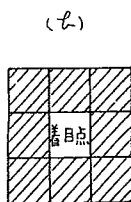
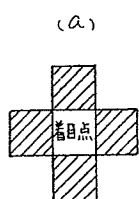
第 15 図



第 16 図



第 17 図



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-011105

(43)Date of publication of application : 21.01.1985

(51)Int.Cl.

G01B 11/24

(21)Application number : 58-118335

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 01.07.1983

(72)Inventor : NINOMIYA TAKANORI
NAKAGAWA YASUO
HIROI TAKASHI

(54) PATTERN DETECTING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To detect positions and shapes of plural objects different in vertical position independently of one another by detecting lengths from a reference face to surfaces of objects and detecting outlines of objects with two-dimensional differentiation and detecting positions and shapes of three-dimensionally arranged objects independently of one another.

CONSTITUTION: A slit light 8 is projected to an object 9. The image detected by an image pickup device 7 is taken out as a waveform signal of the shape of a slit bright line, and this signal indicates the shape of a section of the object. When a waveform signal 13 of the shape of the slit bright line is taken out while moving the position of the slit light 8 and the image pickup position in a uniform speed by a feeding device 10, a length image 12 as the whole is obtained. A two-dimensional image detector such as a TV camera, the combination of a linear sensor and a galvanomirror, or the like is used as the image pickup device 7, and the length image is detected with a high precision by a relatively simple constitution.

